

ENSAIOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TIPO SIGFI PARA ALIMENTAÇÃO DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS

Marco Antonio Galdino – marcoag@cepel.br

Leonardo dos Santos Reis Vieira – lsrv@cepel.br

Marcia da Rocha Ramos – marciar@cepel.br

Cepel – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

Marta Maria de Almeida Olivieri – martaolivieri@eletrobras.com

Eletrobras – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Resumo. Neste trabalho é realizada a avaliação preliminar do desempenho dos sistemas SIGFI 20 e SIGFI 30 na alimentação de refrigeradores. A questão principal que se apresenta é a do consumo dos refrigeradores em condições reais de operação, visto que é sabido que os resultados de ensaios de laboratório padronizados, como, por exemplo, os efetuados pelo PBE/Procel diferem significativamente destes. Para isso, foram implementadas e monitoradas duas diferentes configurações de SIGFIs para alimentação de refrigeradores na área de testes externos do Cepel (simula condições encontradas em campo). A previsão de duração dos ensaios é de pelo menos um ano. Com cerca de três meses de operação, até meados de julho de 2012, foi possível estimar preliminarmente o consumo e a potência dos refrigeradores de cada um dos sistemas, mantidos fechados e sem cargas térmicas internas. Posteriormente serão realizados testes com abertura de portas e introdução de carga nos refrigeradores, visando simular as condições reais de operação às quais estes sistemas costumam a ser submetidos.

Palavras-chave: Eletrificação Rural, Sistemas Fotovoltaicos Isolados, SIGFI

1. INTRODUÇÃO

A Resolução Normativa Aneel 83/2004, datada de 20 de setembro de 2004, estabeleceu as especificações para o atendimento a consumidores por meio de sistemas fotovoltaicos isolados, denominados SIGFIs (Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes).

Desde então, vem se acumulando no país experiência considerável na utilização dos SIGFIs em vários projetos de eletrificação rural, principalmente no âmbito do LpT (Programa Luz para Todos), tais como:

- Projeto Xapuri (Eletrobras, 2008);
- Projeto Mamirauá (Mocelin, 2007);
- LpT na Cemig;
- LpT na Coelba (Silva Filho, 2007).

A grande maioria dos sistemas empregados nestes e em outros projetos se restringem, porém, ao consumo mínimo admitido pela Agência reguladora, ou seja, o SIGFI 13 (correspondendo a 13 kWh/mês), capaz de alimentar apenas cargas de iluminação e outras de pequeno consumo. Pelo que sabemos, apenas uma pequena parcela de sistemas de maior capacidade, todos do tipo SIGFI 30, foi implantada pela Coelba e algumas outras concessionárias.

Contudo, levantamentos sócio-econômicos em campo mostram que o eletrodoméstico mais desejado pela população atendida é o refrigerador, o qual obviamente não é uma carga admitida pelo SIGFI 13.

Paralelamente a isto, encontra-se em andamento a revisão da regulamentação por parte da Aneel. Tal revisão prevê, entre outros itens, a possibilidade de alimentar em c.c. parte das cargas do SIGFI, além de introduzir uma nova classe, a do SIGFI 20, intermediária entre os SIGFIs 13 e 30 (até o momento em que este artigo foi escrito –jul/12– tal nova regulamentação ainda não havia sido oficializada pela Agência).

Neste escopo, identificou-se a necessidade de avaliar a real capacidade dos SIGFIs para alimentação de refrigeradores, sendo que muitos consideram que a configuração mínima necessária para isso seria a do SIGFI 45.

O objetivo do trabalho aqui descrito é, portanto, o de avaliar o desempenho dos sistemas SIGFIs 20 e 30 na alimentação de refrigeradores em condições reais de operação. A questão principal que se apresenta é a do real consumo dos refrigeradores nestas condições, visto que é sabido que os resultados de ensaios de laboratório padronizados, tais como, os efetuados pelo PBE/Procel diferem significativamente destes. Por exemplo, ensaios padronizados efetuados nos laboratórios de refrigeração do Cepel em um modelo de refrigerador c.c. importado, similar ao utilizado no SIGFI 20 no presente trabalho, mediram consumo de 6 kWh/mês, enquanto que o consumo medido na unidade instalada em campo (Xapuri-AC) foi de 12 kWh/mês.

Para isso, foram implementadas duas diferentes configurações de sistemas SIGFIs para alimentação de refrigeradores na área de testes externos do Cepel (simula condições encontradas em campo). Os sistemas são monitorados por meio de um sistema de aquisição de dados. A previsão de duração dos ensaios é de pelo menos um ano. Os dados operacionais vêm sendo coletados desde abr/12. Com cerca de três meses de operação, foi possível

avaliar o funcionamento e a adequação do sistema de aquisição de dados para a realização dos ensaios de longa duração. Neste período foi também possível estimar preliminarmente o consumo e a potência dos refrigeradores de cada um dos sistemas, mantidos os refrigeradores fechados e sem cargas térmicas internas.

O item 2 descreve as configurações adotadas e o item 3 o sistema de monitoração. O item 4 apresenta a metodologia dos ensaios e alguns dos resultados já obtidos. O item 5 apresenta as conclusões preliminares dos ensaios já realizados.

2. CONFIGURAÇÕES DOS SIGFIs

As configurações adotadas para os sistemas SIGFIs em questão são apresentadas a seguir. O dimensionamento de ambos os sistemas foi efetuado de acordo com a metodologia descrita em (Soares *et alli*, 2010), considerando conjunto de parâmetros da Tab. 1.

Tabela 1 - Conjunto de parâmetros utilizados para o dimensionamento dos SIGFIs.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Irradiação solar	3,73kWh/m ² .dia
Autonomia	2 dias
Eficiência do inversor	80%
Eficiência das baterias	85%
Profundidade máxima de descarga das baterias	50%
Fator de segurança para as baterias	1,5
Fator de <i>derating</i> para o painel FV	0,72

Para ambos os sistemas (SIGFI 20 e 30) foi prevista para os ensaios de longa duração uma carga extra c.a. de 440Wh/dia (13kWh/mês) correspondente às cargas elétricas da residência adicionais à carga dos refrigeradores. Constitui-se numa carga resistiva implementada por meio de lâmpadas incandescentes de 40W e 200W, controladas por temporizadores, de acordo com a curva de carga mostrada na Fig. 1. Esta curva de carga leva em consideração a utilização dos seguintes equipamentos: lâmpadas, rádio, TV e receptor. Em comparação com uma curva de carga típica para consumidores isolados (Borges, E. *et alli.*), a curva mostrada na Fig. 1 apresenta o mesmo consumo diário, porém uma maior concentração no horário entre 19 e 20 horas. Esta modificação em relação a uma curva de carga típica foi adotada visando à avaliação do sistema SIGFI também em condições extremas de potência, com valores próximos dos máximos exigidos pela regulamentação da Aneel.

Curva de carga extra (440 Wh/dia - 13 kWh/mês)

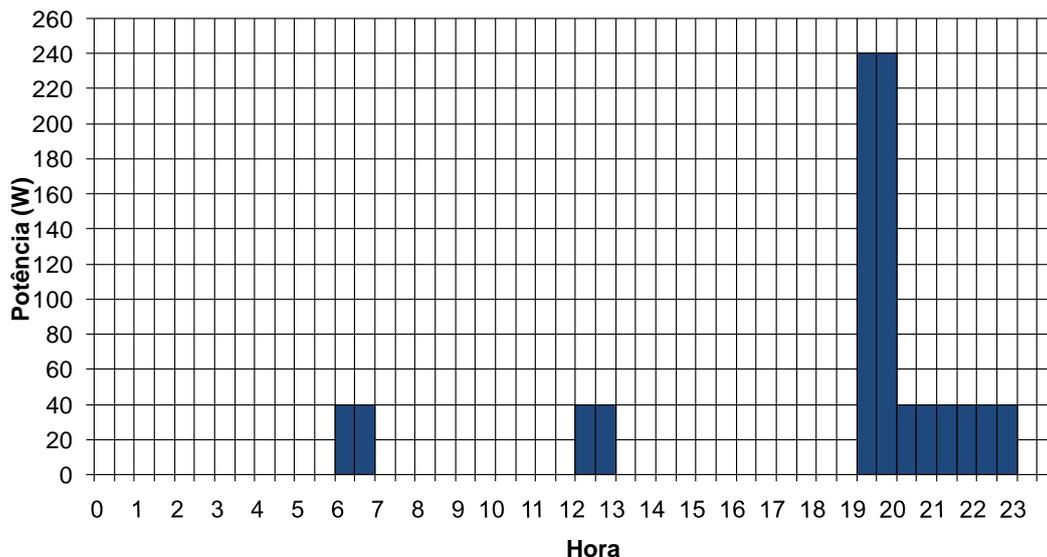


Figura 1 – Curva simulada para a carga da residência, além do refrigerador, considerando uma concentração de demanda no período de 19-20h

O sistema SIGFI 20 está sendo testado visando à alimentação de um refrigerador c.c. e tem a configuração apresentada na Tab. 2.

Tabela 2 - Características do sistema SIGFI 20.

Painel fotovoltaico	371Wp (7 módulos fotovoltaicos Solarex MSX53 ⁽¹⁾ associados em paralelo)
Banco de Baterias	6,3kWh (5 baterias Tudor 12TE105 ⁽²⁾ em paralelo)
Tensão do sistema	12V _{cc}
Refrigerador c.c.	Elber modelo Freezer ES 80 (80L)
Carga extra c.a.	0 kWh/dia – ensaios nos meses de abril, maio e jun.2012 440Wh/dia – ensaios a partir de jul.2012

OBS: ⁽¹⁾ módulos já usados disponíveis no Cepel, com as seguintes características: P_{max} 53Wp, V_{oc} 20,6V, I_{sc} 3,40A, V_{mp} 16,7V e I_{mp} 3,20A;

⁽²⁾ baterias etiquetadas pelo PBE/Inmetro, com as seguintes características: 105Ah@C₂₀, 12Vcc;

O refrigerador é um modelo horizontal de 80 litros fabricado por encomenda pela empresa Elber, um fornecedor nacional de refrigeradores c.c. para embarcações, veículos, etc (www.elber.ind.br). A documentação fornecida pelo fabricante informa um consumo inferior a 170 Wh/dia para a unidade. A seleção do volume deste refrigerador, considerado pequeno pelos padrões urbanos brasileiros, se deu em função de experiências anteriores terem mostrado que seu uso nas regiões remotas, em muitos casos, se restringe a gelar água ou outras bebidas, sendo pouco usado para o armazenamento de alimentos. Este refrigerador foi adquirido por R\$ 2.186,23 em nov/11. Após a finalização dos testes em andamento com o modelo de 80 litros, deverá ser realizado outro teste, nas mesmas condições, com um modelo de maior capacidade, com 120 litros, já adquirido para este fim pelo Cepel junto ao mesmo fabricante.

Inicialmente, nos meses de abril, maio e o junho de 2012, os ensaios do SIGFI 20 foram realizados sem as cargas correspondentes às lâmpadas, para uma análise preliminar do comportamento do sistema apenas com a utilização do refrigerador c.c., visto que suas características são menos conhecidas, se comparadas aos refrigeradores c.a.

O SIGFI 30 está sendo testado visando à alimentação de um refrigerador c.a. de baixo consumo e tem a configuração apresentada na Tab. 3.

Tabela 3 - Características do sistema SIGFI 30.

Painel fotovoltaico	530Wp (10 módulos fotovoltaicos Solarex MSX53, sendo 5 conjuntos de 2 módulos em série, associados em paralelo)
Banco de Baterias	8,64kWh (4 baterias Tudor 12TE180 sendo 2 conjuntos de 2 baterias em serie , associados em paralelo)
Tensão do sistema	24V _{cc}
Refrigerador c.a.	Continental modelo RC28 (223L)
Carga extra c.a.	350 kWh/dia – ensaios nos meses de abril, maio e jun.2012 440Wh/dia – ensaios a partir de jul.2012

O refrigerador c.a. Continental (www.continental.com.br) modelo RC28 (vertical) foi escolhido por estar classificado na categoria “A” da etiquetagem do PBE/Inmetro e por ser detentor do selo Procel de eficiência energética (2010, 2011 e 2012). Trata-se do modelo mais eficiente do Brasil (na época em que foi adquirido) com consumo mensal de 15,8kWh/mês nos ensaios padronizados. O custo deste refrigerador foi de aproximadamente R\$ 1.000,00 em jan/2012.

Seus dados de placa são transcritos na Tab. 4.

Tabela 4- Dados de placa do refrigerador Continental RC28.

Volume refrigerador / freezer	223L / 29L
Potência	84W
Tensão/corrente	127V / 0,70A (60Hz)
Potência lâmpada	15W
Compressor	Embraco EM X20CLC

Para o sistema SIGFI 30, nos meses de abril, maio e junho, foi considerada uma carga extra c.a. de apenas 350Wh/dia, com perfil semelhante ao apresentado na Fig. 1. Neste caso, porém, os valores das potências foram respectivamente de 25W e 225W, ao invés de 40W e 240W, os quais estão sendo adotados nos ensaios a partir de 10 de julho de 2012.

3. SISTEMA DE MONITORAÇÃO

A monitoração é feita com auxílio de duas unidades de aquisição de dados Agilent 34970A *Data Acquisition/Switch Unit* (uma para cada SIGFI). As Figs. 2 e 3 mostram os diagramas elétricos dos sistemas SIGFIs 20 e 30, respectivamente, com os *shunts* de medidas de correntes. A Tab. 5 lista todas as grandezas monitoradas em cada SIGFI. Além das grandezas indicadas na Tab. 5, será ainda monitorada ainda a temperatura ambiente (°C), por meio de um termopar tipo J.

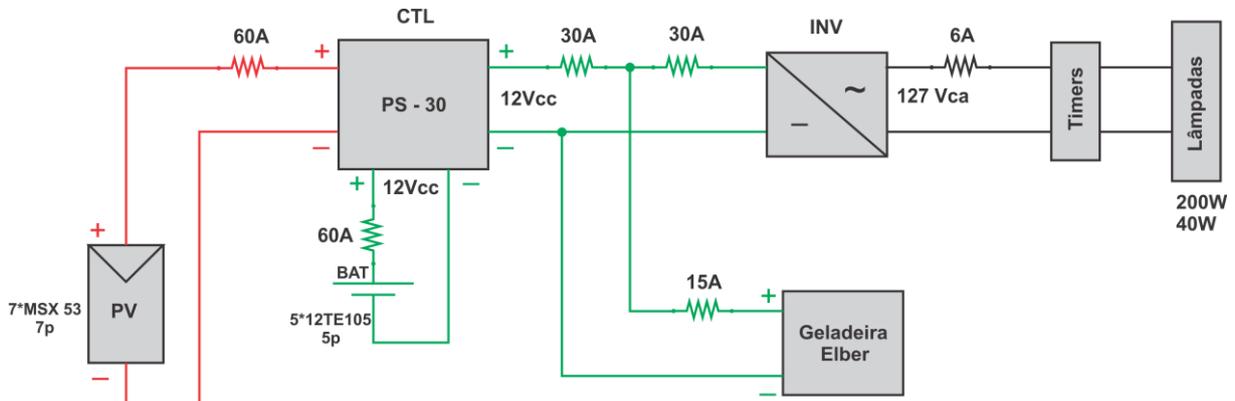


Fig. 2 – Sistema de Monitoração para o SIGFI 20.

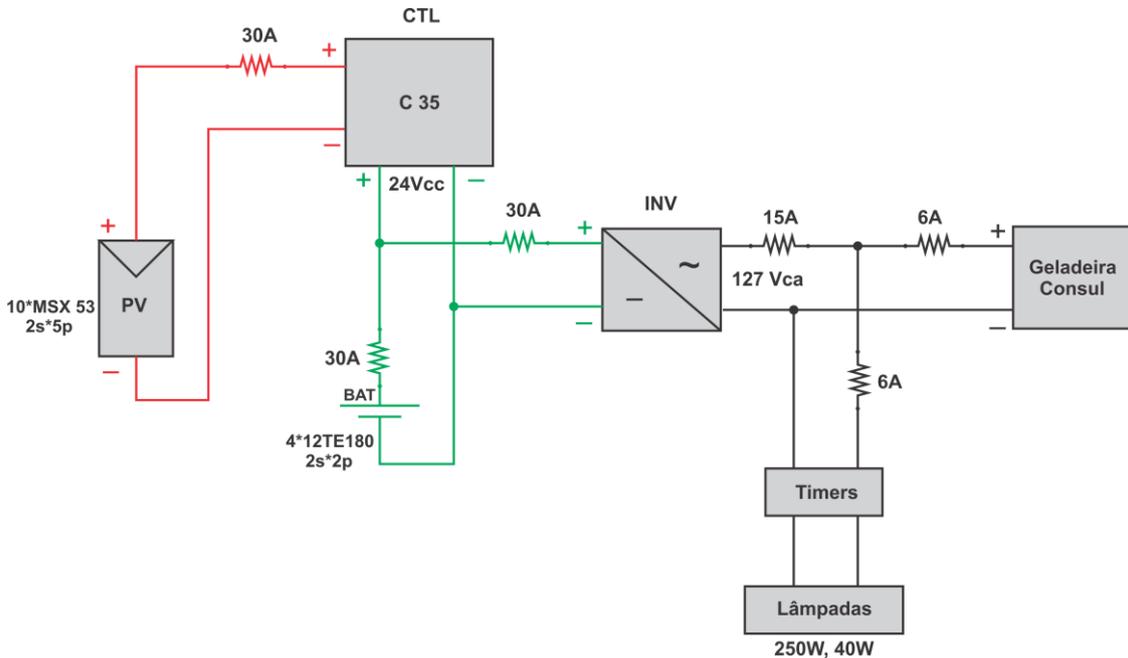


Fig. 3 – Sistema de Monitoração para o SIGFI 30.

Tabela 5- Grandezas monitoradas – SIGFIs 20 e 30.

SIGFI 20	SIGFI 30
Tensão CC no painel FV (V_{cc})	Tensão CC no painel FV (V_{cc})
Corrente CC no painel FV (A_{cc})	Corrente CC no painel FV
Tensão CC no banco de baterias (V_{cc})	Tensão CC no banco de baterias (V_{cc})
Corrente CC no banco de baterias (A_{cc})	Corrente CC no banco de baterias
Tensão no banco de baterias (V_{cc})	Tensão CC em uma das baterias (V_{cc})
Corrente CC total na saída do controlador de carga - <i>shunt</i> 30A (A_{cc})	Tensão CC em uma das baterias (V_{cc})
Corrente CC na entrada do inversor - <i>shunt</i> 30A (A_{cc})	Corrente CC total na entrada do inversor - <i>shunt</i> 30A (A_{cc})
Tensão CA na saída do inversor (V_{ca})	Tensão CA na saída do inversor (V_{ca})
Corrente CC na geladeira - <i>shunt</i> 15A (A_{cc})	Corrente CA total na carga - <i>shunt</i> 15A (A_{ca})
Corrente CA na carga de lâmpadas - <i>shunt</i> 6A (A_{ca})	Corrente CA na geladeira - <i>shunt</i> 6A (A_{ca})
Temperatura no interior da geladeira - termopar tipo J ($^{\circ}C$)	Corrente CA na carga de lâmpadas - <i>shunt</i> 6A (A_{ca})
Temperatura na parede interna da geladeira - termopar tipo J ($^{\circ}C$)	Temperatura no interior da geladeira- termopar tipo J ($^{\circ}C$)
Temperatura na parede externa da geladeira - termopar tipo J ($^{\circ}C$)	Temperatura na parede interna da geladeira – termopar tipo J ($^{\circ}C$)
Tensão CC na saída do controlador de carga (V_{cc})	Temperatura na parede externa da geladeira – termopar tipo J ($^{\circ}C$)
Irradiância solar - piranômetro Eppley PSP (W/m^2)	

4. ENSAIOS E RESULTADOS PRELIMINARES

A Fig. 4 mostra os sistemas SIGFI 20 e 30 em operação no laboratório externo do Cepel.



SIGFI 20



SIGFI 30

Figura 4 – Sistemas SIGFI 20 e SIGFI 30 em operação no laboratório externo do Cepel.

Nos ensaios preliminares realizados até meados de julho de 2012, cujos resultados são apresentados neste artigo, os refrigeradores foram mantidos com a porta fechada e sem cargas térmicas internas. O objetivo de tais ensaios preliminares foi:

- testar a instrumentação e o sistema de aquisição de dados para a realização dos testes de longa duração;
- identificar o intervalo de aquisição necessário e compatível com a especificação dos equipamentos de monitoramento;
- estimar preliminarmente o consumo (kWh/dia) e a potência média (W) dos refrigeradores de cada um dos sistemas;
- estimar preliminarmente a potência de pico de partida dos refrigeradores de cada um dos sistemas;

A Fig.5 mostra a curva de potência medida em função do tempo para o sistema SIGFI 20 no dia 19/abr/12, cujas medições foram realizadas a cada minuto.

Na Fig. 5 observa-se que:

- a potência do refrigerador c.c., quando o compressor está em operação, é de aproximadamente 65 W;
- o tempo de operação do compressor (controlado pelo termostato) varia entre 5 e 6 minutos, em intervalos de aproximadamente 40 minutos, na temperatura ambiente em torno de 25 $^{\circ}C$;
- a demanda do compressor do refrigerador é suprida parcialmente pelo banco de baterias, mesmo em condições de alta insolação.

- o intervalo de tempo de aquisição mínimo necessário para a realização dos testes é de 4 minutos, valor que foi adotado nos ensaios a partir de maio de 2012

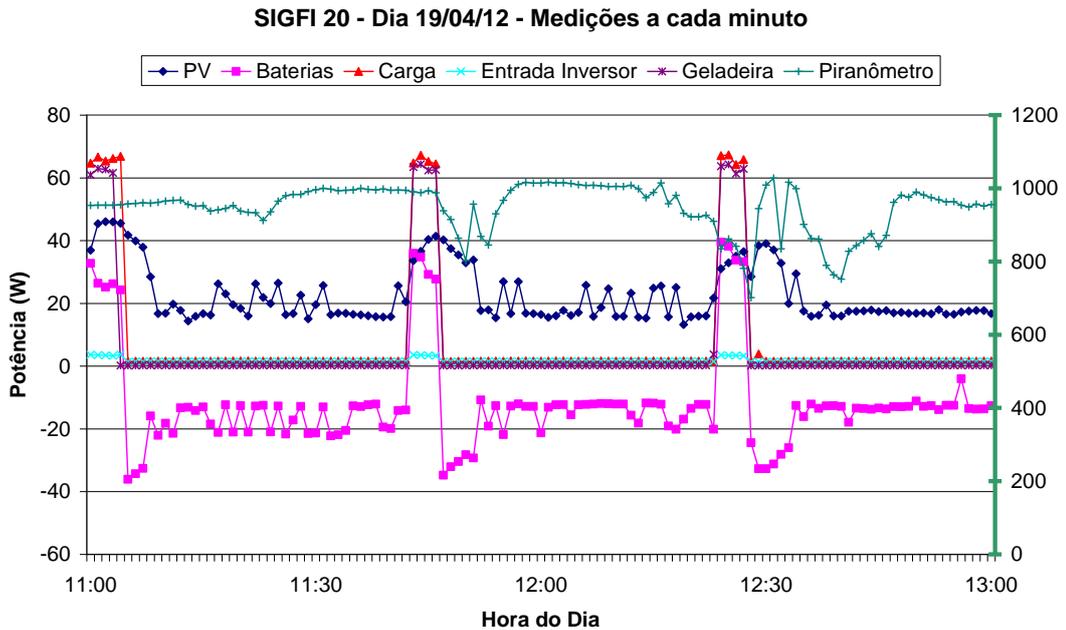


Figura 5 – Curva de potência medida em função do tempo para o sistema SIGFI 20 no dia 19/abr/12.

Uma curva similar à da Fig. 5 foi levantada para o sistema SIGFI 30. Para este sistema observou-se que:

- a potência do refrigerador c.a., quando o compressor está em operação, é aproximadamente 64 W;
- o tempo de operação do compressor (controlado pelo termostato) varia entre 4 e 5 minutos, com intervalos de aproximadamente 12 minutos, na temperatura ambiente em torno de 25°C;
- a demanda do compressor do refrigerador é suprida parcialmente pelo banco de baterias, mesmo em condições de alta insolação e nas horas em que não há demanda das lâmpadas.
- o intervalo de tempo de aquisição mínimo necessário para a realização dos testes também é de 4 minutos, valor que foi adotado nos ensaios a partir de maio de 2012.

As Figs. 6 e 7 mostram a correlação da temperatura externa média diária do refrigerador (°C) com o consumo diário (kWh/dia) respectivamente para os sistemas SIGFI 20 e SIGFI 30. Observa-se que, para refrigeradores bem isolados como os utilizados, a temperatura da superfície externa dos refrigeradores é uma indicação da temperatura ambiente. Em ambos os casos, notou-se uma correlação linear entre essas duas variáveis. Acredita-se que esta correlação torne-se ainda mais evidente no decorrer do ano, principalmente na Estação do Verão, com o conseqüente aumento das temperatura médias.

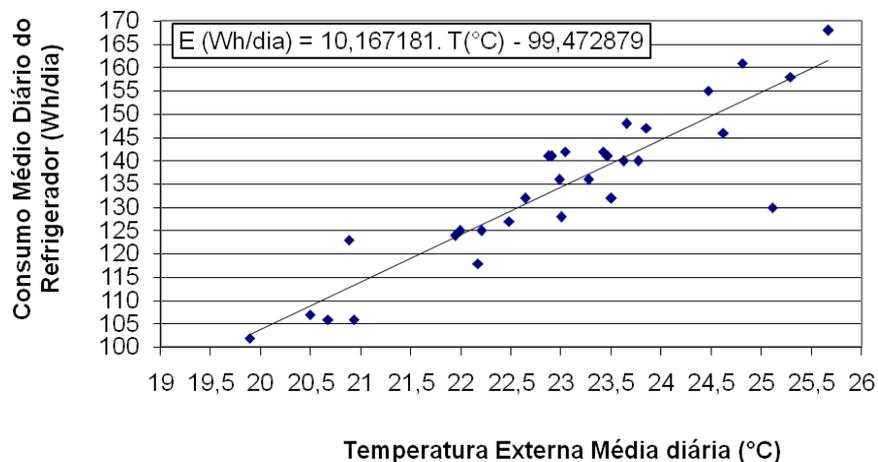


Figura 6 – SIGFI 20 - Efeito da temperatura externa no consumo do refrigerador c.c.

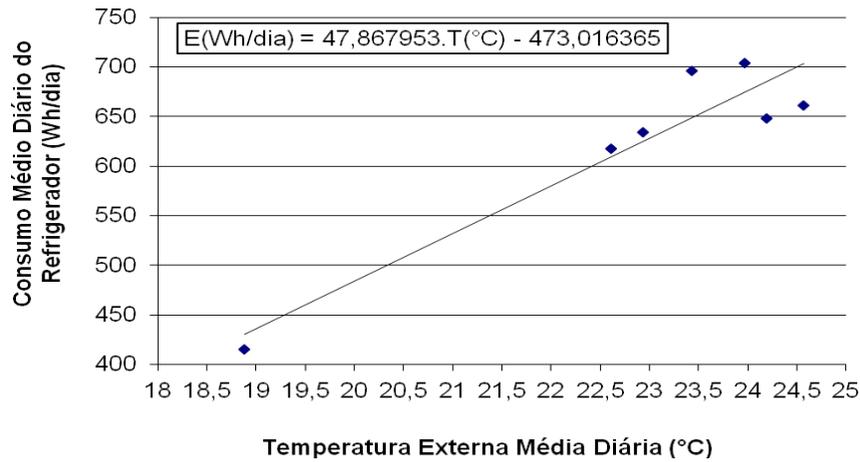


Figura 7 – SIGFI 30 - Efeito da temperatura externa no consumo do refrigerador c.a.

A Tab. 6 apresenta as estimativas iniciais de parâmetros operacionais dos refrigeradores para os sistemas SIGFI 20 e SIGFI 30, levando-se em consideração os dados medidos em intervalos de 4 minutos. O consumo médio mensal indicado foi obtido pela integração da curva de potência no período de medição realizado, excluindo-se a potência de pico e extrapolando para 30 dias. A potência média (em W) corresponde ao valor médio medido enquanto o compressor encontra-se em operação. Os períodos de avaliação são diferentes uma vez que os sistemas de monitoração ainda estavam sofrendo ajustes, o que resultou em desligamentos e falhas de medição.

Tabela 6 – Parâmetros operacionais dos refrigeradores nos sistemas SIGFI 20 e 30, funcionando de portas fechadas e sem cargas internas, sendo que os dados do SIGFI 20 correspondem a um consumo em c.c., enquanto que os do SIGFI 30 a um consumo em c.a.

	SIGFI 20	SIGFI 30
Consumo mensal estimado (kWh/mês)	4,0	18,7
(Wh/dia)	133	623
Consumo específico mensal estimado (kWh/mês/litro)	0,05	0,074
Potência média (W)	65	64
Temperatura média (°C)	22,9	22,9

A Tabela 6 mostra que o consumo estimado do refrigerador c.c. utilizado no sistema SIGFI 20 é de aproximadamente 133Wh/dia, compatível (inferior) com o informado pelo seu fabricante, ao menos na condição do teste com portas fechadas e sem cargas internas. O consumo do refrigerador c.a. utilizado no sistema SIGFI 30 (18,7kWh/mês) é superior ao indicado no selo Procel (15,8 kWh/mês), mesmo com suas portas fechadas e sem cargas térmicas internas.

Na comparação do consumo específico, entendido como consumo em kWh/mês por unidade de volume em litros, entre o refrigerador c.a. (SIGFI 30) e o refrigerador c.c. (SIGFI 20) os resultados sugerem um consumo específico maior para o refrigerador c.a. A relação entre volumes é de 3,15 (252/80), enquanto que a relação entre consumos é de cerca de 4,7 (18,7/4,0). Considerando uma eficiência do inversor do SIGFI 30 de 95%, observa-se que o consumo do lado c.c deste sistema ficaria com uma relação ainda maior, de cerca de 5.

Nota-se que a espessura da parede do refrigerador c.c. é bastante superior a do refrigerador c.a., o que sugere uma perda térmica superior no segundo. No entanto, os resultados só serão conclusivos ao final da realização dos ensaios ao longo do ano, incluindo ensaios com abertura das portas e introdução de cargas internas nos refrigeradores.

Serão realizados ensaios mais completos no decorrer do ano, nos quais serão avaliadas as influências de aberturas de porta durante determinados períodos e da inserção de cargas térmicas no interior dos refrigeradores.

Segundo (Saidur *et alli*, 2005), os 3 principais fatores que influem no consumo energético E (Wh) de um refrigerador são a temperatura ambiente T (°C), a carga térmica W (kg) e o número de aberturas da porta D (ciclos/h), de acordo com a forma funcional mostrada na Equação (1):

$$E = K \cdot T^{\alpha} \cdot W^{\beta} \cdot D^{\gamma} \quad (1)$$

K, α , β , e γ são constantes a determinar por uma metodologia estatística, a partir de resultados medidos de ensaios. Embora isso contrarie um pouco o senso comum, os resultados obtidos por este autor (Saidur *et alli*, 2005) indicam que o fator largamente dominante é a temperatura ambiente, seguido da carga térmica, enquanto que o número de aberturas

de porta seria um fator quase irrelevante. No caso do refrigerador c.c., presume-se ainda que o consumo irá variar com a tensão da bateria no sistema fotovoltaico, mas este parâmetro não será levado em conta inicialmente.

No Rio de Janeiro será possível ensaiar numa faixa ampla de temperatura ao longo do ano. As aberturas de porta serão feitas manualmente, entre 1 e 4 vezes, durante determinados períodos, e a carga térmica será simulada por meio de garrafas de água colocadas dentro do refrigerador de forma predeterminada. Desta forma, será possível obter expressões correspondentes aos dois refrigeradores em teste, semelhantes aos da Eq. 1.

Uma vez que a temperatura ambiente da Região Norte é conhecida (e seria o fator dominante), esperamos estimar, numa primeira aproximação, qual seria o consumo dos refrigeradores, embora os demais parâmetros não possam ser conhecidos com precisão.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizada a avaliação preliminar do desempenho dos sistemas SIGFI 20 e SIGFI 30 na alimentação de refrigeradores na área de testes externos do Cepel, ou seja, em condições de operação mais próximas das encontradas em campo. Ambos os sistemas foram implementados e encontram-se monitorados permanentemente. Com cerca de três meses de operação, até meados de julho de 2012, foi possível estimar preliminarmente o consumo e a potência dos refrigeradores de cada um dos sistemas, mantidos fechados e sem cargas internas. Posteriormente serão realizados testes com abertura de portas e introdução de carga nos refrigeradores, visando simular as condições reais de operação nas quais estes sistemas podem ser submetidos em campo.

Os resultados preliminares obtidos até julho de 2012 mostram que, em ambos os sistemas, a demanda do compressor do refrigerador necessita ser suprida parcialmente pelo banco de baterias, mesmo em condições de alta insolação e nas horas em que não há demandas adicionais de iluminação. Observou-se, ainda, que o refrigerador (c.a.) de 252 litros (incluindo o volume do freezer) utilizado no sistema SIGFI 30, apresentou um consumo específico superior ao do refrigerador (c.c.) de 80 litros utilizado no sistema SIGFI 20. O tempo total estimado de utilização do compressor do refrigerador no sistema SIGFI 30 é em média de 6,5 horas/dia e para o sistema SIGFI 20 é de 2,9 horas/dia nas condições dos ensaios, ou seja, com portas fechadas e sem cargas internas. A partir dos resultados obtidos ao término do trabalho espera-se estimar o consumo dos refrigeradores em outras situações.

REFERÊNCIAS

- Borges, E., Klaus, W., Monteiro, C. Schwab, T., Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares – Testes em campo de um modelo sustentável de eletrificação rural II CBEE, Vitória, 2007.
- Eletrobras (Carvalho, C. M., Borges, E. L. P., Brame, F. R. G., Almeida, G. Q., Olivieri, M. M. A., Santos, N. C., Martins, R. P., Senna, D., Schwab, T. R., Klaus, W.), 2008. Ações para Disseminação de Fontes Renováveis de Energia. Projeto Piloto de Xapuri. Relatório Final; Eletrobrás/Eletoacre/GTZ, outubro/2008.
- Mocelin, A. R., 2007. Implantação e Gestão de Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares: Resultados Operacionais de um Projeto Piloto de Aplicação da Resolução ANEEL No. 83/2004, Tese de Mestrado, IEE-USP, São Paulo-SP.
- Saidur, R., Chew, W. C., Masjuki, H. H., 2005. Development and Validation of Refrigerator-Freezers Energy Consumption Model with the aid of RSM, Journal of energy & Environment 4 (2005), pp. 11-19.
- Silva Filho, H. M., 2007. Aplicação de Sistemas Fotovoltaicos na Universalização do Serviço de Energia Elétrica na Bahia: Uma mudança de paradigma no Setor Elétrico Brasileiro, Tese de Mestrado, UNIFACS, Salvador-BA.
- Soares, G. F. W., Vieira, L. S. R.; Galdino, M. A., Olivieri, M. M. A., Borges, E. L. P., Lima, A. A. N., 2010. Comparação de Custos entre Sistemas Fotovoltaicos Individuais e Minicentrais Fotovoltaicas para Eletrificação Rural, II CBENS – Congresso brasileiro de energia Solar, Belém-PA.

TESTS OF PV SYSTEMS OPERATING WITH DOMESTIC REFRIGERATORS

Abstract. *This work deals with the preliminary assessment of the performance of PV systems SIGFIs 20 and 30 (brazilian standard for isolated PV systems) operating with domestic refrigerators. The main issue that arises is the real consumption of the refrigerators under real conditions, since it is known that the results of standard laboratory tests, for example, those performed in Brazil by PBE/Procel, differ significantly from the field. Thus, we implemented and monitored two different configurations of SIGFI for powering refrigerators, which were installed in an area used for field testing in Cepel (simulating real conditions encountered in the field. These tests should last for at least one year. For now, there are about three months of operation (by the middle of July 2012), and it was possible to estimate preliminarily the power consumption for refrigerators operating with doors closed and without internal heat loads. Later, other tests will be performed, involving periodical door openings and the insertion of thermal loads into the refrigerator, in order to simulate the actual operating conditions in which these systems are often subjected.*

Key words: rural electrification, isolated PV systems, SIGFIs